

СВОЙСТВА МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Скорынина П.А., Григорьева Е.С., Чурбаева Э.Р.

Руководитель - доц., д.т.н. Мальцева Л.А.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
mla44@mail.ru

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к материалам с характерным размером кристаллитов $d \leq 0.1-0.2 \text{ } \mu\text{m}$. Это связано с развитием методов ИПД, которые позволяют получать нанокристаллические материалы с более высоким уровнем физико-механических и служебных свойств. Целью исследований, проведенных в данной работе являлось изучение влияния деформации при высоких давлениях с кручением на наковальнях Бриджмена на структурообразование, фазовый состав и твердость двух исследуемых сталей 03X14H11K5M2ЮТ и 03X14H11M2ЮТ. Образцы, которые подвергались ИПД были предварительно закалены от 1000°C , а одна из исследуемых сталей 03X14H11K5M2ЮТ в исходном состоянии кроме закаленного состояния, была предварительно подвергнута холодной пластической деформации волочением ($\epsilon \approx 75\%$, $e \approx 0,85$).

Поскольку обе исследуемые стали являются метастабильными, то следовало ожидать, что при интенсивной пластической деформации сжатием под высоким давлением, а также сжатием под давлением со сдвигом следует ожидать протекание $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения.

Деформация при давлении 3 ГПа приводит к частичному $\gamma \rightarrow \alpha$ превращению, а с увеличением давления от 3 до 10 ГПа количество мартенсита деформации увеличивается от 7 % до 42 % соответственно. При этом, чем больше величина приложенного давления, тем выше твердость предварительно закаленной аустенитной стали 03X14H11K5M2ЮТ. Однако наибольшее увеличение твердости стали достигается при интенсивной пластической деформации сжатием под давлением со сдвигом, причем, с увеличением величины сдвига или числа скручиваний.

Следует отметить, что предварительная холодная пластическая деформация волочением приводит к увеличению твердости как непосредственно после давления, так и с увеличением числа скручиваний. Вероятно, это связано с тем, что в структуре предварительно деформированных волочением образцов изначально присутствовало до 20% мартенсита, что привело к наклепу, т.е. усилению дефектности структуры одновременно двух фаз. Поведение при интенсивной пластической деформации безкобальтовой аустенитной стали 03X14H11M2ЮТ было аналогично стали 03X14H11K5M2ЮТ. Небольшое различие фазового состава предварительно закаленных образцов не

выявило значительных отличий как в поведении при интенсивной пластической деформации давлением (со сдвигом, и без него), так и в уровне твердости. С увеличением числа скручиваний наблюдается усиление интенсивности мартенситообразования при всех давлениях, однако нельзя исключить влияния величины приложенного давления, повышение которого в меньшей степени, но всё же способствует протеканию $\gamma \rightarrow \alpha$ превращению.

Увеличение величины приложенного давления с 5 ГПа до 8 ГПа и со сдвигом 5 оборотов для предварительно деформированных образцов исследуемой стали 03X14N11K5M2ЮТ привело к образованию практически 100% мартенсита деформации.

Для исследуемой безкобальтовой стали на Fe-Cr-Ni основе различие в значениях микротвердости в соотношении фазовых составляющих проявилось более существенно при меньших давлениях и сдвигах.

Исследование микроструктуры изучаемых аустенитных сталей после интенсивной пластической деформации показало, что в результате деформации увеличивается дефектность и неоднородность структуры, возникают области разориентированные друг относительно друга.

Электронно-микроскопические исследования образцов, подвергнутых интенсивной пластической деформации сжатием под давлением показали наличие упругих полей напряжений, увеличение плотности дислокаций с образованием более дисперсных субструктур и появлением в структуре мартенсита деформации. При проведении интенсивной пластической деформации сжатием под давлением со сдвигом большие деформации, приводящие к существенному повышению микротвердости, приводят к образованию более дисперсных кристаллов мартенсита. Количество мартенсита деформации увеличивается, пластины мартенсита разбиваются и на электронограммах появляется полное кольцо, которое свидетельствует о появлении ультрамелкозернистой структуры, размеры которой колеблются 50-200 нм.

Последующее последеформационное старение образцов при 500° С приводит к дополнительному возрастанию твердости на 160-330 HV. Это повышение твердости при старении связано не только с увеличением дефектности структуры, но и практически прямопропорционально количеству ультрадисперсных кристаллов мартенсита деформации. Фазой ответственной за упрочнение при старении в данных сталях является высокодисперсная интерметаллидная фаза NiAl, выделение которой является предпочтительней из ОЦК-фазы вследствие изоморфности их кристаллических решеток.

Работа выполнена при частичной поддержке проектов в Федеральной целевой программе «Развитие потенциала высшей школы» (2010-2013 г.г) – тема № 62265; и проекта в Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 г.г, тема № 62261.